

## Medición de la presión del manguito del tubo endotraqueal durante el transoperatorio en cirugía robótica

Dra. Ángela Nallely Campa-Mendoza,\* Dra. Elena Gallardo-Castillo,\*  
Dra. Sintya Eloina Frías-Aguirre,\*\* Dra. Carmen Gabriela Torres-Alarcón\*\*\*

- \* Residente de 3er año de la Especialidad de Anestesiología.  
\*\* Anestesióloga adscrita al Departamento de Anestesiología del Área de Cirugía del Hospital Central Militar.  
\*\*\* Patóloga Clínica, Maestra en Ciencias Médicas, Universidad Anáhuac Norte, adscrita al Departamento de Farmacia del Hospital Central Militar, Doctorado en Ciencias de la Salud.

### Solicitud de sobretiros:

Dra. Carmen Gabriela Torres-Alarcón  
E-mail: dragabytorresalarcon@hotmail.com

Recibido para publicación: 23-01-2018

Aceptado para publicación: 10-04-2018

### Abreviaturas:

CO<sub>2</sub> = Dióxido de carbono.  
cmH<sub>2</sub>O = Centímetros de agua.  
DAP = Diámetro anteroposterior de la laringe.  
DCT = Distancia de colocación del tubo.  
EUA = Estados Unidos de América.  
FDA = Administración de Alimentos y Medicamentos.  
IMC = Índice de masa corporal.  
mmHg = Milímetro de mercurio.  
PRLAR = Prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot.  
TET = Tubo endotraqueal.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en  
<http://www.medigraphic.com/rma>

### RESUMEN

**Introducción:** La presión del manguito del tubo endotraqueal sella la tráquea evitando aspiración de material gástrico. En la cirugía robótica la combinación de la posición de Trendelenburg profundo, el capnoperitoneo, la hipotermia y el tiempo del procedimiento, pueden conducir a modificaciones en la presión del manguito del tubo endotraqueal aumentando la morbilidad traqueal. **Objetivo:** Conocer los cambios en la presión del manguito del tubo endotraqueal durante el transoperatorio en pacientes sometidos a prostatectomía por cirugía robótica. **Material y métodos:** Treinta pacientes fueron incluidos. Se midieron los tiempos quirúrgicos y los valores presión del manguito del tubo endotraqueal posterior a la inducción de la anestesia (T basal), 120 minutos después de iniciar la insuflación de CO<sub>2</sub> (T2h), a los 240 minutos (T4h) y previa a la extubación (T. final), todas las mediciones se realizaron con un solo manómetro. Se consideró una significancia estadística a un valor de  $p \leq 0.05$ . **Resultados:** La edad de los pacientes fue de  $65.53 \pm 5.92$  años, la posición de Trendelenburg con inclinación  $\geq 30^\circ$  53.3%, el tiempo anestésico fue  $377.3 \pm 67.9$  min y el quirúrgico de  $326.7 \pm 77.4$  min. Los valores del manguito a las dos horas fue de  $29.6 \pm 5.8$  cmH<sub>2</sub>O, a las cuatro horas  $28.7 \pm 7.6$  cmH<sub>2</sub>O y a la extubación  $18.5 \pm 7.5$  cmH<sub>2</sub>O. La presión del manguito del TET fue mayor en el grupo que presentó obesidad  $p < 0.05$ . En esta investigación no se presentaron cambios relacionados con el capnoperitoneo y la temperatura.

**Palabras clave:** Presión, tubo endotraqueal, cirugía robótica.

### SUMMARY

**Introduction:** During intubation, the cuff pressure the endotracheal tube seals the trachea avoiding aspiration of gastric material. In robotic surgery, the combination of deep Trendelenburg position, capnoperitoneo, hypothermia and time of the procedure can lead to changes in endotracheal tube cuff pressure, increasing tracheal morbidity. **Objective:** To determine the changes in endotracheal tube cuff pressure during the transoperative period in patients undergoing prostactomy due to robotic surgery. **Material and methods:** Thirty patients were included. Surgical times and endotracheal tube cuff pressure values were measured after the induction of anesthesia (basal T), 120 minutes after initiating CO<sub>2</sub> insufflation (T2h), at 240 minutes (T4h) and prior to extubation (final T.), all measurements were made with a single manometer. A statistical significance associated with a value of  $p \leq 0.05$  was considered. **Results:** The age of the patients was  $65.53 \pm 5.92$  years, the position of trendelenburg with  $\geq 30^\circ$  53.3%, the anesthetic and surgical time

was  $377.3 \pm 67.9$  min  $326.7 \pm 77.4$  min, respectively. The measurements of the cuff were at two hours  $29.6 \pm 5.8$  cmH<sub>2</sub>O, at four hours  $28.7 \pm 7.6$  cmH<sub>2</sub>O and at extubation  $18.5 \pm 7.5$  cmH<sub>2</sub>O. The pressure of the ETT cuff was higher in the group that presented obesity  $p < 0.05$ . In this investigation no changes related to the capnoperitoneum and temperature were presented.

**Key words:** Pressure, endotracheal tube, robotic surgery.

## INTRODUCCIÓN

Una de las responsabilidades del anestesiólogo es el buen manejo de la vía aérea, por lo que el conocimiento de la anatomía y de los dispositivos que se dispone para manejarla es una prioridad. La tráquea tiene una longitud de 10-13 cm<sup>(1)</sup>, siendo mayor en el sexo masculino<sup>(2)</sup>. La longitud no es absolutamente fija; sino que se prolonga cuando la laringe se eleva o cuando la columna cervical se inclina hacia atrás. La diferencia que se observa entre su longitud máxima y mínima es de 3 o 4 cm, esto gracias a la elasticidad de la membrana que separa los anillos traqueales. En la población mexicana se han reportado longitudes menores, con rangos de 8-12 cm<sup>(2)</sup>.

### Intubación endotraqueal

La intubación endotraqueal es un procedimiento que consiste en la inserción de un tubo en el interior de la tráquea para protección y permeabilidad de la vía aérea<sup>(2)</sup>. Un tubo endotraqueal (TET) es un dispositivo rígido cuyo objetivo es asegurar la permeabilidad de la vía aérea, así como conducir gases y vapores anestésicos<sup>(3)</sup>. Se recomienda emplear TET con el diámetro adecuado para cada individuo, ya que tubos demasiado grandes pueden promover lesiones laríngeas, mientras que tubos demasiado pequeños aumentan la resistencia y pueden requerir un insuflado excesivo del manguito para proporcionar un sellado hermético durante la ventilación<sup>(3)</sup>. Las recomendaciones para seleccionar el diámetro del tubo endotraqueal para cada paciente, se realizan teniendo en cuenta la apertura de la glotis, ya que es la que limita el paso del tubo, una manera de calcular el diámetro del tubo es con la talla del paciente mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DAP (mm)} = (33.9 \times h) - 33.7$$

DAP: diámetro anteroposterior de la laringe.

h: es la talla en metros.

El diámetro del tubo, la longitud y su correcta ubicación en la vía aérea son factores a considerar; en este sentido, la longitud de la vía aérea se correlaciona con la talla, por lo que en 1992, Eagle propuso dos fórmulas para establecer las distancias a las que se debe colocar el TET, considerando las variables de longitud con relación al sexo<sup>(2)</sup>. Posteriormente y con ayuda de la fibroscopía se logró desarrollar una ecuación que permitió

calcular la ubicación del TET a 5 cm por arriba de la carina<sup>(3)</sup>.

DCT: h/5 - 13

DCT: distancia de colocación del tubo.

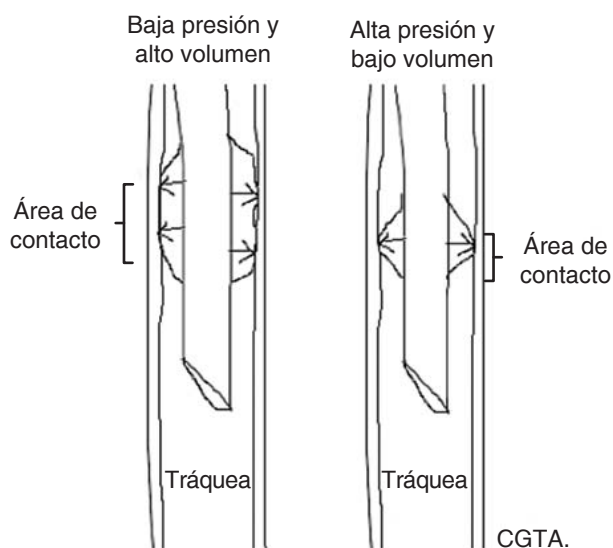
h: es la talla en centímetros.

Las características de los TET también son importantes, en la actualidad existe una amplia variedad de TET disponibles para distintos fines, aunque el más utilizado es el tubo estándar de un solo lumen<sup>(4)</sup>.

El tubo estándar es un manguito de gran diámetro, volumen elevado y presión baja que transmite menor presión con distribución más uniforme sobre la pared traqueal y con ello menor posibilidad de producir lesiones<sup>(2)</sup>. La mayoría de los tubos endotraqueales utilizados en el quirófano son de este tipo, de baja presión y alto volumen, en la figura 1 se muestra la diferencia de ambos tubos<sup>(2)</sup>.

### Presión del manguito del TET

La presión ejercida por el manguito del TET sobre las paredes de la vía aérea, puede producir lesiones debido a las alteraciones que produce en el flujo sanguíneo de dicha región. Las arteriolas traqueales están localizadas en la submucosa



**Figura 1.** Tipos de tubos de acuerdo al balón de insuflación.

y se orientan circunferencialmente hacia delante entre los cartílagos y longitudinalmente en la porción membranosa posterior<sup>(2)</sup>. Se ha establecido que la presión del manguito endotraqueal debe tener un rango de 25 a 30 cmH<sub>2</sub>O<sup>(5)</sup> para no producir un daño. El aumento de volumen del aire causa una presión excesiva dentro del manguito, que se transmite a la pared de la mucosa traqueal<sup>(5)</sup>. El rango mínimo se ha recomendado para la ventilación con presión positiva y prevención de la aspiración<sup>(6)</sup>. El rango máximo se establece para evitar disminución del flujo sanguíneo traqueal, factor principal para producir isquemia y daño celular<sup>(7)</sup>. En la figura 2 se muestra una representación gráfica de la presión ejercida sobre la mucosa de la tráquea.

### Morbilidad endotraqueal

La injuria traqueal por intubación se inicia con la isquemia, el daño a la mucosa traqueal es directamente proporcional a la presión ejercida y al tiempo. La obstrucción del flujo sanguíneo ocurre en presiones por arriba de los 30 cmH<sub>2</sub>O, una oclusión total ocurre a los 50 cmH<sub>2</sub>O<sup>(5)</sup>. Actualmente en la práctica anestésica, la monitorización de la presión del manguito del TET se realiza mayormente con métodos subjetivos, en nuestra institución se utiliza la dígito-palpación del balón piloto, el volumen de oclusión mínimo y la técnica de escape mínimo, sin embargo, son procedimientos que no determinan la presión exacta del manguito, otros métodos de medición objetiva incluyen el uso de esfigmomanómetro en los que las lecturas de la medición pueden ser en mmHg o H<sub>2</sub>O<sup>(7)</sup>. La medición de manera objetiva de la presión del manguito permitirá evitar que éste pueda ejercer presiones

excesivas sobre el epitelio, a su vez disminuirá la morbilidad endotraqueal postintubación.

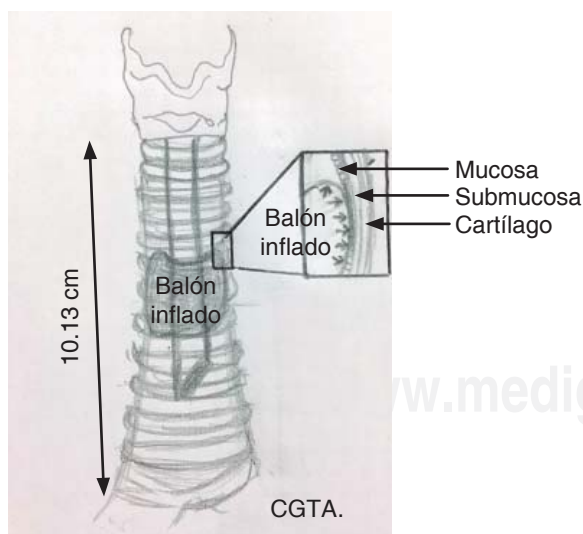
Los riesgos potenciales cuando la presión de insuflación del manguito endotraqueal van desde odinofagia, ronquera, estenosis traqueal<sup>(8)</sup>, necrosis traqueal, rotura traqueal, parálisis del nervio faríngeo<sup>(9)</sup>, y fístula tráqueo-esofágica. La odinofagia y ronquido es el efecto más frecuentemente observado<sup>(5)</sup>.

Los cambios iniciales son funcionales, como la disminución de la velocidad o interrupción total del transporte de moco traqueal. El epitelio respiratorio superficial puede sufrir metaplasia pavimentosa, alteración que inicia con tan sólo 24 horas de intubación traqueal<sup>(10)</sup>. La rotura traqueal es una complicación poco frecuente pero grave que se produce después de la intubación endotraqueal con una incidencia de aproximadamente 0.005%<sup>(11)</sup>. Por lo general se presenta como una lesión lineal en la pared membranosa de la tráquea, es más frecuente en las mujeres y en personas mayores de 50 años. Las manifestaciones clínicas de la lesión traqueal incluyen enfisema subcutáneo y dificultad respiratoria<sup>(10)</sup>. La severidad del daño ocasionado por la presión de insuflación del manguito endotraqueal está en función de la presión ejercida sobre el epitelio y el tiempo<sup>(5)</sup>. La presión de perfusión capilar traqueal ha sido estimada en 22 mmHg (30 cmH<sub>2</sub>O) y tiene una relación inversamente proporcional con la presión del manguito de la cánula traqueal, es decir, a mayor presión en el manguito, menor presión de perfusión capilar traqueal<sup>(10)</sup>.

### Cirugía robótica

La introducción de la cirugía robótica en urología constituye el avance más reciente de las herramientas mínimamente invasiva<sup>(12)</sup>. Varios sistemas robóticos han intentado ingresar al campo de la cirugía robótica, y el sistema quirúrgico da Vinci es el único sistema robótico comercialmente disponible<sup>(13)</sup>. Los sistemas robóticos se utilizan en cirugía urológica, cardíaca, torácica, ortopédica, ginecológica y cirugía general, es especialmente utilizado en urología para el cáncer de próstata clínicamente localizado<sup>(14,15)</sup>, en los EUA, más del 80% de las prostatectomías se realizan mediante cirugía robótica<sup>(13,16)</sup>.

La primera prostatectomía radical asistida por robot se realizó en mayo del 2000 por Binder, un cirujano experto en abordajes abiertos, sin experiencia laparoscópica, que trabajaba en Frankfurt Alemania, meses más tarde en noviembre del mismo año se realiza la primera prostatectomía asistida por robot en EUA en el Instituto de Urología Vattikuti (Detroit, Michigan) por Vallencien<sup>(17)</sup>, durante un programa de entrenamiento. Tanto la prostatectomía laparoscópica estándar como la asistida por robot se utilizan como alternativas a la técnica abierta, ya que causan menos sangrado y permiten un retorno más rápido a la actividad. En Latinoamérica son contados los centros en los cuales se cuenta con cirugía robótica;



**Figura 2.** Representación gráfica de la presión ejercida en la mucosa por el balón del TET.

particularmente en México hasta diciembre del 2017, sólo 10 hospitales contaban con la infraestructura, el Hospital Central Militar fue pionero ya que su adquisición fue en noviembre del 2014<sup>(18)</sup>.

El uso de la prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot (PRLAR), tiene el potencial de mejorar el resultado quirúrgico y reducir complicaciones en comparación con la prostatectomía radical abierta<sup>(19)</sup>. Los temas críticos para los anestesiólogos durante el procedimiento robótico incluyen la posición de Trendelenburg, el manejo de la vía aérea, la duración del procedimiento y el acceso limitado al paciente<sup>(18)</sup>. La combinación de la posición de Trendelenburg y capnoperitoneo influye en la fisiología pulmonar<sup>(19)</sup>, la colocación del tubo endotraqueal al momento de la intubación se realiza en decúbito prono y al posicionar al paciente con un Trendelenburg profundo, existe un riesgo de desplazamiento del tubo<sup>(20)</sup>, la temperatura del quirófano disminuye la temperatura corporal, y estos factores influyen en la presión del tubo endotraqueal a sufrir variaciones difícil de conocer (controlar). Otro factor a considerar es la edad de los pacientes, que en el caso de las PRLAR, los pacientes son en su mayoría adultos mayores de 65 años, por lo que la medición de la presión del tubo debe hacerse con periodicidad para disminuir el riesgo de morbilidad endotraqueal<sup>(12)</sup>. Durante la PRLAR el uso de la posición en Trendelenburg hace que el contenido abdominal empuje el diafragma hacia dirección cefálica junto con todas las estructuras del mediastino.

La búsqueda de técnicas mínimamente invasivas para el tratamiento de neoplasias urológicas ha llevado al desarrollo de la resección prostática laparoscópica asistida por robot, la cual, a tres años de su introducción en México ha proporcionado grandes ventajas, principalmente en urología. En nuestra institución la cirugía robótica tiene su principal aplicación en el tratamiento de cáncer de próstata, sin embargo, esta aplicación seguirá en aumento con una extensión a otras especialidades diferentes de la urología, por tanto, como anestesiólogos debemos mantenernos al día con los avances tecnológicos quirúrgicos y conocer sus probables efectos para estar preparados y ofrecer un mejor cuidado de la anestesia en este tipo de pacientes. En el caso de cáncer de próstata, el posicionamiento (Trendelenburg) y el capnoperitoneo durante las cirugías pueden causar un movimiento cefálico del diafragma y una intubación endobronquial posterior. Los conocimientos actuales indican que la insuflación abdominal en combinación con el Trendelenburg en la cirugía laparoscópica producen un aumento de la presión de la vía aérea. Sin embargo, los efectos asociados en los cambios de la presión del manguito del tubo endotraqueal no están bien establecidos. El mantenimiento de una presión adecuada del manguito del TET es importante para evitar la fuga ventilatoria durante la ventilación mecánica y para evitar la aspiración, especialmente para los pacientes con la cabeza hacia abajo. Por el

contrario, varias complicaciones postoperatorias, como tos, odinofagia, ronquera y las expectoraciones sanguinolentas, se asocian con una presión excesiva del TET.

En la actualidad son pocos los centros públicos en los que se mide la presión del manguito TET con técnicas objetivas (manómetro), por lo que la estimación de estos valores se realiza con métodos como la palpación del manguito piloto. Es una buena práctica clínica la utilización del manómetro de presión para la valoración de la presión del manguito del TET transoperatorio en cirugías mayores a dos horas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, analítico, prospectivo y transversal con el objetivo de conocer cuáles son los cambios en la presión del manguito del TET durante el transoperatorio en pacientes sometidos a cirugía robótica. La recolección de datos se realizó en el período de 01 de marzo al 10 de septiembre del 2017. Se incluyeron pacientes masculinos con cáncer de próstata candidatos a resección prostática laparoscópica asistida por robot, sin patología de cuello documentada. Se consideraron como criterios de exclusión, pacientes con antecedente de traqueostomía o malformación de cuello. Con la finalidad de evitar el efecto Hawthorne (cambio de conductas al sentirse observado), el estudio fue ciego para los médicos adscritos al Servicio de Anestesiología. Previa aprobación por los comités de investigación de la Escuela Militar de Graduados de Sanidad con número de oficio EMGS-SP-459, y del Hospital Central Militar con número de oficio C.INV.037. Las variables fueron recolectadas mediante una hoja de recolección de datos (Anexo A).

La preparación anestésica de los pacientes se realizó conforme al Anexo B. La presión del manguito del TET se ajustó de manera basal a 28 cmH<sub>2</sub>O en todos los pacientes con el manómetro (VBM Medizintechnik GmbH rango de medición de 0-120 cmH<sub>2</sub>O) sin filtración por auscultación estetoscópica. Se registró la presión del manguito del TET a los 120 minutos después de iniciar la insuflación de CO<sub>2</sub> (T2h), a los 240 minutos posterior a la insuflación (T4h) y a la suspensión del capnoperitoneo (T. final). Cada medición se realizó con el mismo manómetro y éste fue calibrado mensualmente. Se registró en los mismos tiempos la presión de capnoperitoneo así como el posicionamiento de Trendelenburg en grados (°) con un transportador integrado en la mesa de operaciones, así como la temperatura del paciente. Estas variables fueron recolectadas mediante una hoja de recolección de datos, la que incluyó peso y talla del paciente para calcular el número de tubo endotraqueal adecuado, así como su índice de masa corporal (IMC). Previa codificación se capturó en una base de datos en el programa estadístico Excel de Microsoft Office para Mac OS. El análisis estadístico descriptivo se realizó con medidas de tendencia central y dispersión para las variables



cuantitativas, y con medidas de frecuencias y porcentajes a las variables cualitativas. La estadística inferencial se utilizó para conocer si existe una diferencia entre las mediciones de la presión del manguito del TET en cada tiempo de observación, para este fin se realizó mediante prueba de Wilcoxon por no cumplir los supuestos de normalidad. Para conocer los factores se asociaron con los cambios de presión del manguito del TET, los valores fueron recodificados a una variable cualitativa estableciendo los rangos de presión en tres categorías: se realizaron pruebas de chi-cuadrada ( $\chi^2$ ), y se consideró una significancia estadística asociada con un valor de  $p \leq 0.05$ .

### RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 30 pacientes que durante el período de estudio cumplieron los criterios de selección, la edad de los pacientes fue de  $65.53 \pm 5.9$  años, con un mínimo de 55 y un máximo de 78 años. El IMC fue en promedio de  $27.2 \pm 3.3$  kg/m<sup>2</sup>. La presencia de obesidad se presentó en el 26.7%<sup>(8)</sup>.

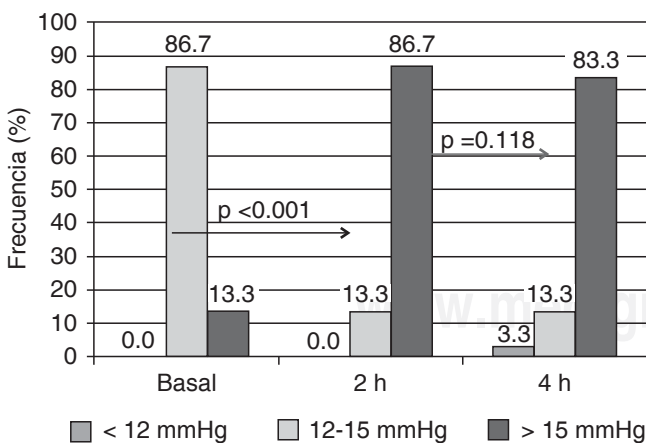
Los valores de los tiempos fueron clasificados como tiempo anestésico, tiempo quirúrgico y tiempo de posición. El tiempo anestésico tuvo valores entre 260-615 minutos con un promedio de  $377.3 \pm 67.9$  minutos, el tiempo quirúrgico fue de 200-585 minutos con un promedio de  $326.7 \pm 77.4$  min, y el tiempo de posición de Trendelenburg fue de 180-540 minutos con un promedio de  $291 \pm 68.8$  min. La posición de Trendelenburg osciló entre los 22° y 35°, el 53.3%<sup>(16)</sup> de los pacientes presentó una inclinación de  $\geq 30^\circ$  y el 46.7%<sup>(14)</sup> una inclinación  $< 30^\circ$ . Los valores del capnoperitoneo oscilaron de 10-25 mmHg a lo largo del transoperatorio. Esta variable fue categorizada en una variable cualitativa ordinal con tres categorías teniendo como referencia la presión óptima en un rango de 12-15 mmHg, en la figura 3 se muestra el aumento

de la frecuencia de 13.3 a 86.7% en los pacientes con valores de capnoperitoneo  $> 15$  mmHg transcurridas dos horas  $p < 0.001$  y transcurridas en la siguiente medición, a las cuatro horas las frecuencias no muestran una diferencia estadística con respecto a la frecuencia de las dos horas.

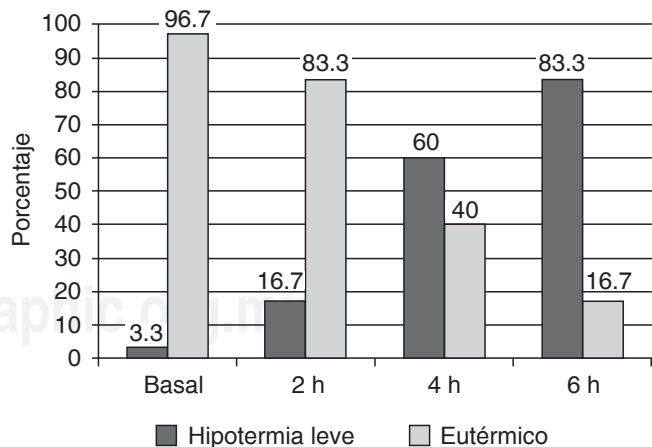
Los cambios en la temperatura presentaron una disminución progresiva, iniciando en promedio de  $36.05 \pm 0.34$  °C en la medición basal, y hasta  $34.55 \pm 0.79$  °C en la medición final. Se observó una tendencia a la baja en la temperatura corporal con relación a la duración de la cirugía  $p < 0.001$ . Los valores de la temperatura disminuyeron progresivamente, a las dos horas disminuyó en promedio  $-0.6$  °C  $p < 0.001$ , y a las siguientes dos horas (4h) fue de  $-0.55$  °C  $p < 0.001$ , y a la siguiente medición de  $-0.34$  °C  $p < 0.001$ . Con estos datos se procedió a categorizar en dos grupos con base en la temperatura registrada en: grupo eutérmico temperaturas por arriba de los 35 °C y hasta los 37 °C, y el grupo de hipotermia leve con valores de  $\leq 35$  °C y hasta 33 °C. En la figura 4 se muestran las frecuencias (%) de los pacientes que estuvieron en cada grupo por cada medición. Se observa cómo aumentaron las frecuencias en la categoría de la hipotermia en el transoperatorio, el descenso de la temperatura no fue menor a los 33 °C, por lo que fue clasificada como hipotermia leve. De manera basal sólo un paciente presentó hipotermia y en la medición final 25 pacientes (83.3%) presentaron hipotermia.

### Cambios en la presión del manguito del TET

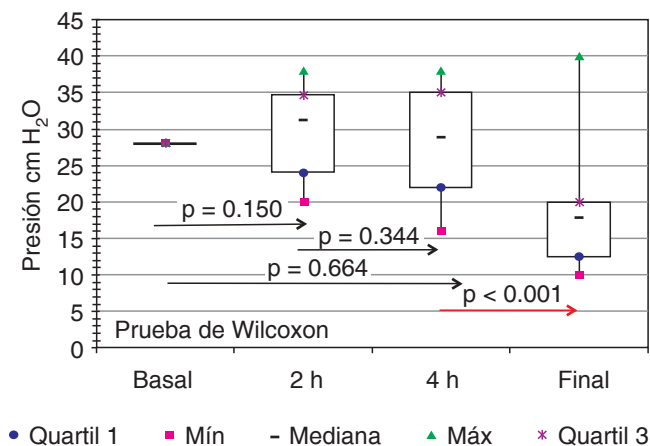
Las medidas basales fueron ajustadas a presiones de 28 cmH<sub>2</sub>O, en la medición correspondiente a las dos horas (2h) se observó un aumento de presiones, sin representar un cambio significativo ( $p = 0.150$ ), en la siguiente medición (4h) los valores de



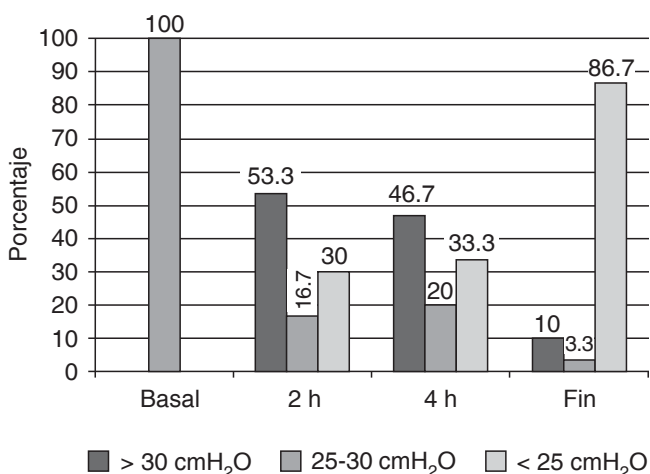
**Figura 3.** Frecuencia de las presiones de capnoperitoneo registradas en cada observación n=30.



**Figura 4.** Frecuencia de la temperatura registradas en cada observación n=30.



**Figura 5A.** Diagrama de Cajas (Box Plot). Distribución de la presión del manguito del tubo endotraqueal en las diferentes observaciones n = 30.

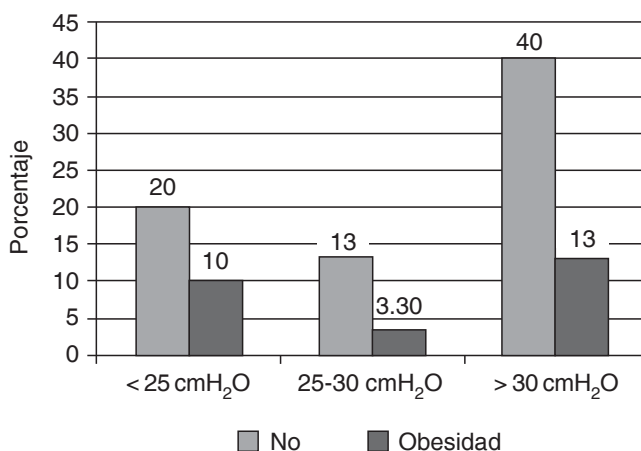


**Figura 5B.** Categorías de presión del manguito del TET registradas en cada observación n = 30.

las presiones del manguito endotraqueal tuvieron una mayor dispersión, en la figura 5 se observa que los valores mínimos a las 4h fueron de 16 cmH<sub>2</sub>O, los máximos de 38 cmH<sub>2</sub>O, con promedio de 28.7 ± 7.68. En la última medición que correspondió al momento previo a la extubación y en posición supina, los valores del manguito del TET sufrieron una disminución de 10 cmH<sub>2</sub>O p < 0.001. Los valores de la presión del manguito TET fueron recodificados a una variable cualitativa ordinal, de acuerdo con los valores recomendados, en tres categorías; < 25 cmH<sub>2</sub>O, presión óptima de 25-30 cmH<sub>2</sub>O y en > 30 cmH<sub>2</sub>O. En la figura 6 se muestran las frecuencias para cada una de las categorías de la presión del TET y sus variaciones en las diferentes mediciones.

**Factores asociados con la presión del manguito del TET**

Se realizó una prueba de correlación de  $\chi^2$  de Pearson para conocer si los cambios de los valores de las presiones del TET se asociaron con el IMC, temperatura, capnoperitoneo y grados de Trendelenburg.



**Figura 6.** Categorías de presión del manguito del TET registradas a las 2h y la presencia de obesidad.

**Cuadro I.** Cambios en la presión del manguito del TET y la presencia de obesidad n = 30.

Observación	Presión TET/Obesidad 2h	No (%)	Sí (%)	Total (%)	p
2 horas	<25 cmH <sub>2</sub> O	20.0	10	30.0	0.05
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	13.3	3.30	16.7	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	40.0	13	53.3	
	Total	73.3	26.60	100.0	
4 horas	<25 cmH <sub>2</sub> O	0	33.3	33.3	0.02
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	3.30	16.70	20.0	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	23.35	23.35	46.7	
	Total	26.65	73.35	100.0	

A las dos horas se identificó un aumento de presión del manguito del TET en personas sin obesidad (IMC < 30 kg/m<sup>2</sup>) p < 0.05. A las cuatro horas los pacientes que presentaron una disminución en la presión del manguito del TET < 25 cmH<sub>2</sub>O fueron pacientes con obesidad p = 0.02, las

frecuencias de cada uno de los grupos se observan en el cuadro I y figura 6.

La posición de Trendelenburg no fue un factor que se asociara con la presión del manguito del TET en ninguna de las observaciones (Cuadro II).

**Cuadro II.** Cambios en la presión del manguito del TET y los grados de trendelenburg n = 30.

Observación	Presion TET/trendelenburg 2h	< 30 grados (%)	≥ 30 grados (%)	Total (%)	p
2 horas	<25 cmH <sub>2</sub> O	13.3	16.7	30.00	0.409
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	13.3	3.3	16.7	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	26.7	26.7	53.3	
	Total	53.3	46.7	100.00	
4 horas	<25 cmH <sub>2</sub> O	16.7	16.7	33.3	0.765
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	13.3	6.7	20	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	23.3	23.3	46.7	
	Total	53.3	46.7	100.0	
Final	<25 cmH <sub>2</sub> O	46.7	40	86.7	0.507
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	3.3	0	3.3	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	3.3	6.7	10.0	
	Total	53.3	46.7	100	

**Cuadro III.** Cambios en la presión del manguito del TET y la presión de capnoperitoneo n = 30.

Observación	Presión TET/Capnoperitoneo	<12mmHg (%)	12-15mmHg (%)	>15mmHg (%)	Total (%)	p
2 horas	<25 cmH <sub>2</sub> O	0.00	6.70	23.30	30.00	0.472
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	0.00	3.30	13.30	16.70	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	0.00	3.30	50.00	53.30	
	Total	0.00	13.30	86.70	100.00	
4 horas	<25 cmH <sub>2</sub> O	3.3	6.7	23.3	33.3	0.533
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	0.0	3.3	16.7	20.0	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	0.0	3.3	43.4	46.7	
	Total	3.3	13.3	83.4	100.0	

**Cuadro IV.** Cambios en la presión del manguito del TET y la temperatura corporal n = 30.

Observación	Presión TET/Temperatura	Hipotermia (%)	Eutérmico (%)	Total (%)	p
2 horas	<25 cmH <sub>2</sub> O	6.70	23.30	30.00	0.803
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	3.30	13.30	16.70	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	6.70	46.70	53.30	
	Total	16.70	83.30	100.00	
4 horas	<25 cmH <sub>2</sub> O	16.70	16.70	33.30	0.728
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	13.30	6.70	20.00	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	30.00	16.70	46.70	
	Total	60.00	40.00	100.00	
Final	<25 cmH <sub>2</sub> O	73.30	13.30	86.70	0.66
	25-30 cmH <sub>2</sub> O	3.30	0.00	3.30	
	>30 cmH <sub>2</sub> O	6.70	3.30	10.00	
	Total	83.30	16.70	100.00	

Con respecto al capnoperitoneo, en esta investigación no se asoció a un cambio en la presión del manguito del TET, sin embargo, se observó que a las dos horas el 86.7% (26) de los pacientes ya tenía valores de capnoperitoneo  $> 15$  mmHg y el 53.3% (16) se encontraron con presiones del manguito de TET  $> 30$  cmH<sub>2</sub>O, por lo que a excepción de un paciente, todos los pacientes tenían un capnoperitoneo  $> 15$  mmHg. A las cuatro horas fue similar, ya que la presión del manguito del TET  $> 30$  cmH<sub>2</sub>O fue mayor en el grupo que presentó un capnoperitoneo  $> 15$  mmHg (Cuadro III).

Los efectos de la presión del TET a las 2h, 4h y en la medición final no proporcionaron cambios respecto con la temperatura (Cuadro IV).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

La cirugía robótica puede requerir innovaciones con respecto al posicionamiento del paciente y la disposición general del equipo quirúrgico y el personal, lo que puede ir en contra de la naturaleza conservadora del cuidado de la anestesia. Los anestesiólogos deben familiarizarse con estos cambios al aprender las características básicas de los sistemas quirúrgicos robóticos para ofrecer una mejor atención anestésica y promover la seguridad del paciente. El manejo anestésico es relativamente nuevo y en nuestro hospital nos encontramos en curva de aprendizaje. El objetivo de esta investigación fue conocer cuáles son los cambios en la presión del manguito del TET durante el transoperatorio. Aunque las presiones del manguito se controlan inicialmente después de la intubación, los resultados de esta investigación apoyan que debe realizarse un reajuste de la presión del manguito a valores entre 25 y 30 cmH<sub>2</sub>O, después de la instalación del capnoperitoneo y posterior a los posicionamientos de Trendelenburg. Si bien, hay varios factores que pueden afectar la presión del manguito del TET como: el tiempo del procedimiento, la temperatura, la posición de Trendelenburg, el capnoperitoneo, la ventilación con presión positiva, la relajación muscular, la sedación, en esta investigación se centró en los primeros cuatro factores descritos.

Con respecto a la duración del procedimiento el tiempo quirúrgico en promedio fue de  $377.3 \pm 67.9$  min, por lo que nuestros tiempos quirúrgicos son mayores a los descritos por Herrera Muñoz<sup>(21)</sup>, quien en el 2012 presentó la experiencia de las cirugías en el Hospital General «Dr. Manuel Gea González» en 35 pacientes con PRLAR, sus tiempos quirúrgicos fueron de  $286 \pm 68$  minutos. La reducción de los tiempos quirúrgicos en nuestros estudios sería de gran importancia para evitar presiones excesivas que puedan tener alguna consecuencia clínica. La presión del manguito del TET y el tiempo quirúrgico son variables importantes en la producción de morbilidad después de la intubación endotraqueal, si no podemos modificar los tiempos quirúrgicos, como anestesiólogos ponemos el manómetro para establecer y mantener la presión

del manguito del TET en rangos óptimos. En este sentido, Valencia Mauricio<sup>(22)</sup>, hace hincapié en las presiones del manguito del TET por debajo de las recomendadas, ya que la aspiración de secreciones subglóticas colonizadas por bacterias agrupadas alrededor del manguito del tubo traqueal debido a la deflación involuntaria del manguito ( $< 20$  cmH<sub>2</sub>O) desempeña un papel relevante en la patogenia de la neumonía asociada al ventilador. En esta investigación al retomar la posición supina, se observó deflaciones de hasta 10 cmH<sub>2</sub>O, pudiendo ocasionar con esto alguna broncoaspiración, ya que a nuestros pacientes nunca se les colocó una sonda orogástrica para descompresión y vaciamiento gástrico.

En esta investigación los valores de la presión del manguito del TET sufrieron variaciones de presión conforme transcurría el tiempo del procedimiento, la presencia de obesidad fue uno de los factores que influyó en los valores del manguito del TET a lo largo de la cirugía, sin embargo, nuestros resultados difieren de lo descrito por Pehlivan<sup>(23)</sup> quien en una muestra de 40 pacientes con obesidad mórbida se observó que estos pacientes en posición de Trendelenburg bajo anestesia general, la presión del tubo endotraqueal se ve más afectada en comparación con los pacientes de un IMC normal (aumento de 5.7 cmH<sub>2</sub>O). En nuestra investigación la presencia de obesidad fue un factor para presentar una disminución de la presión del manguito del TET  $< 25$  cmH<sub>2</sub>O, aun así, la monitorización de la presión del manguito del TET es esencial para todos los pacientes que presenten o no obesidad en la posición de Trendelenburg.

El capnoperitoneo tuvo variaciones a lo largo de la cirugía, observando un aumento progresivo, en función del tiempo, si bien los valores de la presión oscilaron de 12 a 25 mmHg, la presión del manguito del TET no mostró afectaciones debido a este factor, esto puede deberse al tamaño de la muestra, ya que se observó una tendencia de mayor presión del manguito del TET ( $> 30$  cmH<sub>2</sub>O) cuando las presiones del capnoperitoneo fueron  $> 15$  mmHg. Chun-Yu y cols.<sup>(20)</sup>, demostraron que la presión del manguito del TET aumenta con la insuflación abdominal y los cambios de posición del paciente, especialmente la posición cabeza abajo, después de la insuflación, pero el capnoperitoneo a presiones de 10 a 15 mmHg no se asocian a cambios en la presión del TET.

Se ha establecido que una posición de Trendelenburg profunda puede causar complicaciones por la presión del manguito del TET en la base de la lengua<sup>(24)</sup>. La presión del manguito del TET no fue influenciada por la posición de Trendelenburg en esta investigación.

En lo que respecta a la temperatura en este estudio, la hipotermia no intencionada es una complicación grave que puede presentarse durante la anestesia en las intervenciones quirúrgicas de más de una hora de duración. La combinación de una producción de calor reducida con los factores anestésico-quirúrgicos y ambientales además de la exposición



del paciente desnudo a las temperaturas bajas del quirófano producen una inhibición de la termorregulación fisiológica. La temperatura corporal puede descender varios grados durante la anestesia y no recuperarlos hasta varias horas después de finalizada la cirugía. La hipotermia, aunque sea leve, se asocia con numerosas complicaciones postoperatorias, alteraciones de la coagulación y aumento de sangrado, prolongación de la recuperación postanestésica, escalofríos, isquemia miocárdica y aumento de las infecciones de la herida quirúrgica. En cirugía laparoscópica la pérdida de calor debida a la insuflación de gas a bajas temperaturas se debe principalmente a la evaporación de agua, se calcula una pérdida de 0.3 °C por cada 50 litros de CO<sub>2</sub> insuflados. En este tipo de cirugía hay una gran pérdida de calor, a pesar de no estar expuesta la cavidad abdominal, en nuestro estudio hubo pérdidas importantes de temperatura observándose temperaturas mínimas de hasta 33 °C, mostrando que a las cuatro horas hasta un 60% de los pacientes se encontraban hipotérmicos y al final de la cirugía hasta un 83.3%. Los efectos de la presión del TET a las 2, 4 y en la medición final

no proporcionaron cambios con respecto a la temperatura, si bien en esta investigación los cambios de presión con respecto a la temperatura no tuvieron significancia estadística, se observa una tendencia donde a menor temperatura se observa una disminución de la presión del manguito del TET y los pacientes que se encontraban eutérmicos presentaban presiones por arriba de los 30 cmH<sub>2</sub>O.

Con los resultados de esta investigación se recomienda sensibilizar a los anestesiólogos y personal de salud, para que monitoreen durante la cirugía robótica la presión del manguito del TET, principalmente después de la instalación del capnoperitoneo, posterior a la posición del Trendelenburg, posterior a la suspensión del capnoperitoneo y a la recuperación de posicionamiento (supina) y ajustar las presiones a rangos de 25-30 cmH<sub>2</sub>O. En esta investigación se identificó que la presión del manguito del TET permanece sin cambios hasta las cuatro horas del transoperatorio, los cambios en el TET surgen después de las cuatro horas y son en su mayoría una disminución de la presión, el aumento de la presión del TET se asocia con la presencia de obesidad.

## REFERENCIAS

- Latarjet M, Ruiz LA. Anatomía humana: tráquea. 4a ed. 6a reimp. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2008. p. 892.
- Munguía-Canales DA, Ruiz-Flores J, Vargas-Mendoza GK, Morales-Gómez J, Méndez-Ramírez I, Murata C. Dimensiones traqueales en población mexicana. *Cir Cir*. 2011;79:505-510.
- Gray AW Jr. Endotracheal tubes. *Clin Chest Med*. 2003;24:379-387.
- Busico M, Vega L, Plotnikow G, Tiribelli N. Tubos endotraqueales: revisión. *Med Intensiva*. 2013;30:1-12.
- Trivedi L, Jha P, Bajiya NR, Tripathi D. We should care more about intracuff pressure: The actual situation in government sector teaching hospital. *Indian J Anaesth*. 2010;54:314-317.
- Lomholt N. A device for measuring the lateral wall cuff pressure of endotracheal tubes. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1992;36:775-778.
- López-Herranz GP. Intubación endotraqueal : importancia de la presión del manguito sobre el epitelio traqueal. *Rev del Hosp Gen Mex*. 2016;76:153-161.
- Terashima H, Sakurai T, Takahashi S, Saitoh M, Hirayama K. Postintubation tracheal stenosis; problems associated with choice of management. *Kyobu Geka*. 2002;55:837-842.
- Sole ML, Penoyer DA, Su X, Jimenez E, Kalita SJ, Poalillo E, et al. Assessment of endotracheal cuff pressure by continuous monitoring: a pilot study. *Am J Crit Care*. 2009;18:133-143.
- Liu J, Zhang CP, Li Y, Dong S. Post-intubation tracheal stenosis after management of complicated aortic dissection: a case series. *J Cardiothorac Surg*. 2015;10:148.
- Lim H, Kim JH, Kim D, Lee J, Son JS, Kim DC, et al. Tracheal rupture after endotracheal intubation - A report of three cases -. *Korean J Anesthesiol*. 2012;62:277-280.
- Villavicencio-Mavrich H. Cirugía laparoscópica avanzada robótica Da Vinci: origen, aplicación clínica actual en Urología y su comparación con la cirugía abierta y laparoscópica. *Actas Urol Esp*. 2006;30:1-12.
- Lee JR. Anesthetic considerations for robotic surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2014;66:3-11.
- Mandel P, Chandrasekar T, Chun FK, Huland H, Tilki D. Radical prostatectomy in patients aged 75 years or older: review of the literature. *Asian J Androl*. 2017 Sep 26. doi: 10.4103/aja.aja\_43\_17. [Epub ahead of print]
- Wilt TJ, Jones KM, Barry MJ, Andriole GL, Culkin D, Wheeler T, et al. Follow-up of prostatectomy versus observation for early prostate cancer. *N Engl J Med*. 2017;377:132-142.
- Giri S, Sarkar DK. Current status of robotic surgery. *Indian J Surg*. 2012;74:242-247.
- Jaffe RA, Schmiesing CA, Golianu B. Anesthesiologist's manual of surgical procedures. 5th edition. Wolters Kluwer. California: Stanford University School of Medicine; 2014.
- Gil-Villa SA, Campos-Salcedo JG, Zapata-Villalba MA, López-Silvestre JC, Estrada-Carrasco CE, Mendoza-Álvarez LA, et al. Prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot, un año de experiencia en el Hospital Central Militar, reporte de los primeros 55 casos. *Rev Mex Urol*. 2016;76:87-93.
- Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JF, Mottrie A, Absalom A, Mortier EP, et al. Influence of steep Trendelenburg position and CO(2) pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *Br J Anaesth*. 2010;104:433-439.
- Wu CY, Yeh YC, Wang MC, Lai CH, Fan SZ. Changes in endotracheal tube cuff pressure during laparoscopic surgery in head-up or head-down position. *BMC Anesthesiol*. 2014;14:75.
- Herrera-Muñoz JA, Gómez-Sánchez J, Preciado-Estrella D, Trujillo-Ortiz L, Sedano-Basilio J, López-Maguey RP, et al. Primer estudio mexicano comparativo entre prostatectomía radical abierta y radical laparoscópica asistida por robot. *Rev Mex Urol*. 2017;77:173-182.
- Valencia M, Ferrer M, Farre R, Navajas D, Badia JR, Nicolas JM, et al. Automatic control of tracheal tube cuff pressure in ventilated patients in semirecumbent position: a randomized trial. *Crit Care Med*. 2007;35:1543-1549.
- Pehlivan S, Deniz MN, Sergin D, Ulukaya S. The effect of body position on endotracheal tube cuff pressure in morbidly obese patients. *Bariatric Surg Pract Patient Care*. 2016;11:165-168.
- Lobato EB, Paige GB, Brown MM, Bennett B, Davis JD. Pneumoperitoneum as a risk factor for endobronchial intubation during laparoscopic gynecologic surgery. *Anesth Analg*. 1998;86:301-303.

**Anexo A.** Hoja de recolección de datos.



Secretaría de la Defensa Nacional  
Hospital Central Militar  
**Escuela Militar de Graduados de Sanidad**



Nombre del protocolo de estudio:  
«Determinación de la presión del manguito del tubo endotraqueal en el transoperatorio en cirugía robótica»

Datos de identificación del paciente

Fecha:

Nombre: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_ No. control (ID): \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Estatura: \_\_\_\_\_

ASA: \_\_\_\_\_ Número de tubo: \_\_\_\_\_

**Hora inicio anestesia:** \_\_\_\_\_ **Hora final anestesia:** \_\_\_\_\_

**Hora de inicio QX:** \_\_\_\_\_ **Hora final anestesia:** \_\_\_\_\_

**Hora inicio posición de Trendelenburg:** \_\_\_\_\_ **Hora final posición de Trendelenburg:** \_\_\_\_\_

	Basal	Dos horas	Cuatro horas	Seis horas	Final	Observaciones
Hora						
Grados de Trendelenburg						
Presión del manguito en cmH <sub>2</sub> O						
Temperatura						
Capnoperitoneo						

**Notas:**

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

www.medigraphic.org.mx

**Anexo B.** Preparación anestésica.



Secretaría de la Defensa Nacional  
Hospital Central Militar  
**Escuela Militar de Graduados de Sanidad**



Nombre del protocolo de estudio:

«Determinación de la presión del manguito del tubo endotraqueal en el transoperatorio en cirugía robótica»

**I.** Evaluación preoperatoria:

Se realizará 24 horas previas a la cirugía una valoración preanestésica como está establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA3-2011, y de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Hospital Central Militar firma del consentimiento informado para Anestesia General Balanceada.

**II.** Inducción y mantenimiento.

- A. Se coloca el paciente en posición supina.
- B. Se realiza la monitorización tipo II con electrocardiograma, saturación de oxígeno, presión arterial, línea arterial y capnografía.
- C. La inducción anestésica se realizó con fentanil a 3 µg/kg, lidocaína a 1 mg/kg seguido de propofol de 1-2 mg/kg.
- D. La relajación muscular necesaria se realizó con rocuronio a 0.6 mg/kg.
- E. La intubación orotraqueal se realizó por laringoscopia directa mediante laringoscopio con hoja Macintosh número 3-4, previa oxigenación de tres minutos con FiO<sub>2</sub> de 1.0 vía mascarilla facial.
- F. Se empleó tubo endotraqueal Mallinckrodt Covidien número 8-8.5, con fijación del tubo endotraqueal a distancia de 22-24 cm.
- G. La ventilación pulmonar se controló con un ventilador (marca) parte integral de la máquina de anestesia (marca) ubicada en el quirófano 3.
- H. El modo de ventilación manejado en los pacientes fue modo presión control con volumen garantizado, volumen minuto de 6-8 mL/kg de peso, frecuencia respiratoria de 12-30 resp./min, PEEP 5-8, I.E 1:2.
- I. La anestesia fue mantenida con perfusión de fentanil 2-5 µg/kg/h con agente inhalatorio sevoflurane 2 Vol %, CAM 1. Y bolos de rocuronio 0.1-0.2 mg/kg a necesidades del paciente.
- J. Posterior a la recuperación de la posición supina se realizó la aspiración de secreciones para proceder con la extubación.